

10/535332

PCT/DE 03/03457

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 17 DEC 2003

WIPO PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 53 703.8

Anmeldetag: 18. November 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Herstellungsverfahren und Schutzschicht für eine  
Leuchtstoffschicht

IPC: G 21 K, G 03 C, G 03 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-springlichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Wallner

**Beschreibung****Herstellungsverfahren und Schutzschicht für eine Leuchtstoffschicht**

5 Zur Erzeugung von Röntgenaufnahmen können Leuchtstoffschichten verwendet werden, die als Speicherfolien arbeiten, das heißt die Röntgeninformation speichern. Derartige Speicherfolien werden insbesondere in der digitalen Radiografie und  
10 Mammografie eingesetzt. Die Röntgeninformation kommt zustande, indem der zu untersuchende Körper von der Röntgenstrahlung durchlaufen wird. Nach dieser Durchleuchtung trifft die Röntgenstrahlung auf die Speicherfolie, wo sie Veränderungen von in die Speicherfolie integrierten Speicherelementen bewirkt. Die Anzahl der dadurch gesetzten Speicherelemente  
15 hängt von der Intensität der auftreffenden Röntgenstrahlung ab. Aufgrund der räumlichen Verteilung der Speicherzellen über die Speicherfolie ergibt sich dadurch eine Röntgenaufnahme mit der Größe des belichteten Teils der Speicherfolie.

20 Zur Erzeugung von elektrisch verarbeitbaren oder für das menschliche Auge sichtbaren Bilddaten müssen die Speicherelemente der Speicherfolie ausgelesen werden. Die Inhalte der Speicherelemente sind optisch feststellbar. Zum Auslesen werden sie mit Licht einer bestimmten Wellenlänge bestrahlt und dadurch optisch angeregt. Ein derart angeregtes Speicherelement emittiert Licht einer bestimmten Wellenlänge, falls es zuvor durch die Absorption von Röntgenstrahlung belegt oder gesetzt wurde. Die Intensität des Emissionslichts hängt dabei  
25 von der Anzahl gesetzter Speicherelemente ab und bildet daher ein Maß für die zuvor absorbierte Röntgenstrahlung. Das Emissionslicht ist von verhältnismäßig geringer Intensität und wird daher mit hochempfindlichen Detektoren, z.B. mit Photomultipliern, gemessen.

30 Zur Erzeugung einer Röntgenaufnahme wird die belichtete Speicherfolie Pixel für Pixel ausgelesen. Aus den ausgelesenen

Informationen werden elektronische oder für das menschliche Auge wahrnehmbare Bilddaten erzeugt. Wegen der optischen Auslesung der Speicherfolie müssen sehr hohe Anforderungen an die Gleichförmigkeit der Folienoberfläche gestellt werden.

- 5 Defekte in der Speicherfolie wirken sich nicht nur auf die Auslesbarkeit der Speicherfolie aus, sondern auch bereits auf die Belegbarkeit der Speicherzellen durch Röntgenstrahlung. Sie verringern bei beiden Vorgängen die erzielbare Bildqualität. Die erzielbare Bildqualität hängt daher wesentlich von  
10 der Defektfreiheit ab.

In röntgendiagnostischen Anwendungen sind Speicherfolien verschiedenen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Zum Beispiel werden sie in Filmkassetten verwendet, um diagnostische Röntgenaufnahmen in der Medizin zu erzeugen. Filmkassetten werden 15 in sogenannten Obertischgeräten verwendet, in denen der zu untersuchende Patient von oben durch Röntgenstrahlung durchleuchtet wird, wobei er auf der Kassette liegt. Dabei übt er einen flächigen Druck auf die Kassette und damit auf die  
20 Speicherfolie aus. Die Speicherfolie wird mechanisch strapaziert.

Außerdem führt der Kontakt mit dem Patienten zur Entstehung von Feuchtigkeit an der Oberfläche der Speicherfolie. Nicht zuletzt muss die Oberfläche von Zeit zu Zeit mit einem flüssigkeitsgetränkten Tuch gereinigt werden, um anhaftende Verunreinigungen zu entfernen, was ebenfalls zur Anlagerung von Feuchtigkeit führt. Die Qualität der Speicherfolie leidet auch unter der Erhöhung der Feuchtigkeit.

- 30 Als speichernde Leuchtstoffschichten finden hauptsächlich so genannte Needle Image Plates (NIP) Verwendung, in denen der Leuchtstoff in nadelförmigen Strukturen auf ein Substrat aufgewachsen ist. Die Nadelspitzen dieser Strukturen enden in  
35 der Oberfläche der Speicherfolie und beeinflussen die Röntgenempfindlichkeit und Speicherfähigkeit der Folie. Bei Auflage des zu untersuchenden Patienten oder Objekts auf einer

Needle Image Plate werden die in der Oberfläche liegenden Nadelenden mechanisch belastet und können dadurch verformt werden. Unter der Verformung leiden die Röntgenempfindlichkeit und die Speicherfähigkeit. Needle Image Plates bedürfen deswegen eines besonders wirksamen mechanischen Oberflächenschutzes.

Aus der **DE 100 48 810 A1** ist es bekannt, die Oberfläche von Needle Image Plates zu schützen, indem eine verformbare Dämpfungsschicht auf die Folienoberfläche aufgebracht wird. Die Dämpfungsschicht bewirkt dabei eine gleichmäßige Verteilung mechanischer Belastungen und muss ihrerseits gegen Kratzer geschützt werden, um nicht an optischer Qualität zu verlieren. Zu diesem Zweck wird vorgeschlagen, eine weitere Deckschicht aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  oder aus Silikat aufzubringen. Während die Dämpfungsschicht selbst gute Haftungseigenschaften auf der Needle Image Plate aufweist, treten beim Aufbringen der weiteren Deckschicht Haftungsprobleme mit der Deckschicht auf, die nur durch äußerst aufwändige Herstellungsverfahren zu beheben sind - wenn überhaupt. Soll als Dämpfungsschicht wegen ihrer hervorragenden Eigenschaften eine Parylen-Schicht (Poly-Para-Xylylen) verwendet werden, ist eine ausreichende Haftung der Deckschicht bislang gar nicht zu erzielen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Schutzschicht für eine Leuchtstoffschicht für Röntgenaufnahmen anzugeben, die hervorragenden Schutz sowohl gegen mechanische Belastungen als auch gegen Feuchtigkeit bietet, eine gute Schichthafung aufweist und gleichzeitig unaufwändig und kostengünstig herstellbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Herstellungsverfahren für eine solche Schutzschicht anzugeben.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des sechsten Patentanspruchs.

Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, eine polymere Schutzschicht vorzusehen, die gehärtet ist, und zwar lediglich in einem nicht an die Leuchtstoffschicht angrenzenden Bereich. Dabei sollen unter Leuchtstoffschicht sowohl speichernde als auch nichtspeichernde Leuchtstoffschichten verstanden werden. Polymere Schutzschichten haben den Vorteil, dass meist gute Haftungseigenschaften auf Leuchtstoffschichten erreichbar sind. Außerdem sind sie unaufwändig und kostengünstig herstellbar. Weiter ist durch die Härtung des Polymers eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Belastungen und gegen Kratzer gewährleistet. Zur Härtung stehen ebenfalls unaufwändige und kostengünstige Verfahren, wie z.B. Elektronenstrahlhärtung, zur Verfügung. Außerdem bildet das Polymer vor allem in dem nicht gehärteten Bereich eine wirksame Barriere gegen Feuchtigkeit. Damit integriert die lediglich teilweise gehärtete polymere Schutzschicht Schutz gegen Feuchtigkeit und gegen mechanische Belastungen und gewährleistet gleichzeitig einen einfachen, haltbaren und unaufwändig herstellbaren Schichtaufbau.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Härtung des nicht an die Leuchtstoffschicht angrenzenden Bereichs der Schutzschicht durch Elektronenstrahl-Behandlung. Die Elektronenstrahl-Behandlung ist kostengünstig und unaufwändig realisierbar und bietet darüber hinaus den Vorteil, dass über die Parameter des Elektronenstrahls sehr exakt eingestellt werden kann, bis in welcher Tiefe die bestrahlte Schicht behandelt und damit gehärtet wird. Dadurch ist der Bereich der Schutzschicht, der nicht gehärtet werden soll, sehr exakt einstellbar.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren erläutert. Es zeigen:  
Figur 1 Schichtaufbau gemäß der Erfindung,

Figur 2 Herstellungsverfahren gemäß der Erfindung.

Figur 1 zeigt einen Schichtaufbau gemäß der Erfindung. Dargestellt ist die Schutzschicht 1, die über der Leuchtstoffschicht 3 liegt. Die Leuchtstoffschicht 3 ist auf ein Substrat 5 aufgebracht, auf das sie aufgedruckt oder aufgedampft werden kann. Es kann sich um eine beliebige Leuchtstoffschicht handeln, in der Erfindung wird eine Needle Image Platte verwendet. Als Speicherleuchtstoffe kommen z.B. CsBr:Eu, RbBr:Tl oder CsBr:Ga zur Verwendung, während als nichtspeichernde Leuchtstoffe z.B. CsI:Na oder CsI:Ti in Frage kämen. Insbesondere die Speicherleuchtstoffe, die vorzugsweise für Needle Image Plates verwendet werden, zählen zu den Alkalihalogениden und können durch Feuchtigkeit Schaden nehmen.

Bei dem Material der Schutzschicht 1 handelt es sich um ein Polymer mit geeigneten mechanischen und feuchtigkeitsresistenten Eigenschaften. Vorzugsweise wird eine Parylen-Schicht verwendet, die geeignete Schutzeigenschaften aufweist und durch Temperatur- oder Elektronenstrahl-Behandlung gehärtet werden kann. Besonders geeignet für die Elektronenstrahl-Behandlung sind die drei Parylen-Typen N (Poly-Para-Xylylen), C (Chlor-Poly-Para-Xylylen) oder D (Di-Chlor-Poly-Para-Xylylen). Die Dicke der Parylen-Schicht beträgt 8 bis 80 µm. Sie kann aufgedruckt, aufgespint (Verteilung des flüssigen Parylen durch Fliehkraft aufgrund von Rotation) oder aufgedampft werden.

Die Schutzschicht 1 weist einen nicht an die Leuchtstoffschicht 3 angrenzenden Bereich 7 und einen angrenzenden Bereich 9 auf. Der nicht angrenzende Bereich 7 ist gehärtet, um eine gegen mechanische Belastungen oder Kratzer resistente Oberfläche zu bilden. Die Härtung kann unaufwändig mittels herkömmlicher Verfahren wie Temperatur- oder Elektronen-Behandlung erreicht werden. Die Temperatur-Behandlung erfordert jedoch Temperaturen von mindestens 200-250 °C, die zur Rekristallisierung der darunter liegenden Leuchtstoffschicht

3 führen würden. Darüber hinaus weist die Temperaturbehandlung den Nachteil auf, dass der Schichttiefenbereich, in dem sie wirkt, nicht gut einstellbar ist. Dies ist nachteilig, da der gehärtete Bereich der Schutzschicht für Feuchtigkeit 5 durchlässiger ist als der nicht gehärtete Bereich. Der Verbleib eines nicht gehärteten Bereichs der Schutzschicht 1 einer Dicke von mindestens 5 µm ist daher essentiell wichtig für den Erhalt der Schutzfunktion gegen Feuchtigkeit. Wegen der besseren Einstellbarkeit der Parameter wird der nicht an 10 die Leuchtstoffschicht 3 angrenzende Bereich 7 daher vorzugsweise durch Elektronenstrahl-Behandlung gehärtet. Die Elektronenstrahl-Behandlung erlaubt die exakte Einstellung der zu behandelnden Schichttiefe. Vorzugsweise weist der behandelte Bereich 7 eine Dicke von mindestens 3 µm auf, um ausreichenden 15 Kratzschutz der Oberfläche zu gewährleisten.

Die Schutzschicht 1 integriert durch den gehärteten Bereich 7 und den nicht gehärteten Bereich 9 Schutz gegen mechanische Belastung und Kratzer und gegen Feuchtigkeit. Gleichzeitig 20 ist sie mit guter Schichthaftung auf die darunter liegende Leuchtstoffschicht 3 aufbringbar und stellt einen besonders einfachen, weil einstückigen, Schichtaufbau dar.

**Figur 2** stellt ein Herstellungsverfahren gemäß der Erfindung 5 dar. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Leuchtstoffschicht 3 auf dem Substrat 5 bereits vorliegt. Es spielt dabei keine Rolle, ob es sich um eine speichernde oder eine nicht speichernde Leuchtstoffschicht handelt.

30 Im Verfahrensschritt 11 wird die Oberfläche der Leuchtstoffschicht 3 vorbehandelt, um gute Eigenschaften für die Abscheidung der Schutzschicht 1 aufzuweisen. Die Vorbehandlung erfolgt durch sogenanntes Plasma-Ätzen, bei dem die Oberfläche mit Ionen aus einem Plasma beschossen wird. Diese Plasma- 35 Behandlung sorgt zum einen für eine Reinigung der Oberfläche auf atomarer bzw. molekularer Ebene, zum anderen bewirkt sie

eine Mikro-Aufrauung der Oberfläche, die eine gute Schichthaftung begünstigt.

In einem anschließenden Verfahrensschritt 13 wird die polymere Schutzschicht 1 abgeschieden. Als Abscheidungsverfahren kommen Druck-, Spin- oder Aufdampfverfahren in Frage. Vorgezugsweise wird ein Chemical Vapor Deposition-Verfahren (CVD) verwendet. Das CVD-Verfahren kann nötigenfalls physikalisch, z.B. durch Wärme, unterstützt werden (Physically Enhanced CVD, PECVD-Verfahren). CVD-Verfahren gewährleisten hervorragende Schichthaftung und Schichteigenschaften.

Im abschließenden Verfahrensschritt 15 wird die Schutzschicht 1 mittels Elektronenstrahl behandelt. Dabei wird ein Elektronenstrahl bestimmter Energie mit einer bestimmten Geschwindigkeit über die Oberfläche der Schutzschicht 1 bewegt. Die Parameter des Elektronenstrahls und seiner Bewegung über die Schutzschicht beeinflussen die Dicke des Bereichs 7 der Schutzschicht 1, der behandelt wird. Die Elektronenstrahl-Behandlung bewirkt eine Härtung der Schutzschicht 1 und erhöht deren Kratzfestigkeit.

In einem **ersten Beispiel** wird eine Parylen-Schicht vom Typ N mit einer Gesamtdicke von 50 µm behandelt. Dazu wird ein Elektronenstrahl von 40 keV mittels einer elektromagnetischen x-y-Ablenkung über die Parylen-Schicht bewegt. Die Geschwindigkeit des Elektronenstrahls wird so eingestellt, dass die obersten 20 µm der Schicht gehärtet werden. Da eine Vielzahl weiterer Größen die Tiefe des behandelten Bereichs 7 beeinflusst, ist die Geschwindigkeit des Elektronenstrahls nicht exakt vorgebar, sondern muss experimentell ermittelt werden.

In einem **zweiten Beispiel** wird eine Parylen-Schicht vom Typ C mit einer Gesamtdicke von 30 µm behandelt. Dazu wird ein Elektronenstrahl von 25 keV mittels x-y-Ablenkung so schnell über die Schicht bewegt, dass die obersten 5 µm gehärtet werden.

In einem **dritten Beispiel** wird eine Parylen-Schicht vom Typ D mit einer Gesamtdicke von 20  $\mu\text{m}$  durch einen Elektronenstrahl von 15 keV so behandelt, dass die obersten 10  $\mu\text{m}$  gehärtet werden.

5

In einem **vierten Beispiel** wird eine Parylen-Schicht vom Typ C mit einer Gesamtdicke von 8  $\mu\text{m}$  durch einen Elektronenstrahl von 5 keV so behandelt, dass die obersten 3  $\mu\text{m}$  gehärtet werden.

10

Für die Bewegung des Elektronenstrahls relativ zur Schutzschicht kann neben einer elektromagnetischen Ablenkung des Elektronenstrahls beispielsweise auch ein mechanischer Vorschub der Schicht eingesetzt werden.

## Patentansprüche

1. Bilddetektor für ein Röntgenbild mit einer Leuchtstoffschicht (3) und einer darüber liegenden polymeren Schutzschicht (1)  
dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (1) in einem nicht an die Leuchtstoffschicht (3) angrenzenden Bereich (7) gehärtet ist.
- 10 2. Bilddetektor nach Anspruch 1  
dadurch gekennzeichnet, dass der gehärtete Bereich (7) der Schutzschicht (1) durch Elektronenstrahl-Behandlung gehärtet ist.
- 15 3. Bilddetektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche  
dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (1) aus Poly-Para-Xylilen besteht.
- 20 4. Bilddetektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche  
dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtstoffschicht (3) eine Needle Image Plate ist.
- 25 5. Bilddetektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche  
dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtstoffschicht (3) aus Alkalihalogeniden oder Erdalkali-halogeniden besteht, z.B. aus CsBr:Eu, BaFBr:Eu, RbBr:Tl, CsBr:Ga, CsI:Na oder CsI:Tl.
- 30 6. Verfahren zur Herstellung einer polymeren Schutzschicht (1) auf einem Bilddetektor für ein Röntgenbild, der eine Leuchtstoffschicht (3) aufweist, wobei in einem ersten Verfahrensschritt (13) die Schutzschicht (1) auf der Leuchtstoffschicht (3) abgeschieden wird und in einem zweiten Verfahrensschritt (15) ein nicht an die Leuchtstoffschicht (3) angrenzender Bereich (7) der Schutzschicht (1) gehärtet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Här-tung in dem zweiten Verfahrensschritt (15) durch Elektronen-strahl-Behandlung erfolgt.

5

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Leuchtstoffschicht (3) in einem dem ersten Verfahrensschritt (13) vorangehenden Verfahrensschritt (11) durch eine Plasma-10 Behandlung vorbehandelt wird.

## Zusammenfassung

## Herstellungsverfahren und Schutzschicht für eine Leuchtstoffschicht

5 Die Erfindung betrifft eine Schutzschicht für einen Bilddetektor für ein Röntgenbild. Der Bilddetektor weist eine Leuchtstoffschicht (3) auf, die gegen mechanische Belastung und Feuchtigkeit zu schützen ist. Darüber liegt eine polymere Schutzschicht (1). Gemäß der Erfindung ist die Schutzschicht (1) gehärtet, und zwar lediglich in einem nicht an die Leuchtstoffschicht (3) angrenzenden Bereich (7). Der gehärtete Bereich (7) bietet Schutz gegen mechanische Belastung, während der verbleibende Bereich eine Barriere gegen Feuchtigkeit bildet. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer polymeren Schutzschicht (1) auf einem Bilddetektor für ein Röntgenbild, der eine Leuchtstoffschicht (3) aufweist. Gemäß der Erfindung wird in einem ersten Verfahrensschritt (13) die Schutzschicht (1) auf der Leuchtstoffschicht (3) abgeschieden und in einem zweiten Verfahrensschritt (15) gehärtet, und zwar lediglich in einem nicht an die Leuchtstoffschicht (3) angrenzenden Bereich (7).

FIG 1

200210408

1/1

FIG 1

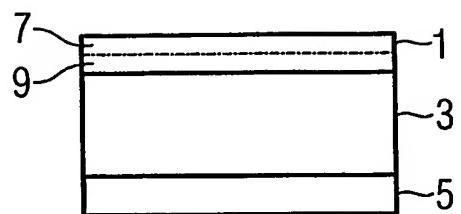


FIG 2

